

Studi Interaksi Vanadium dan Nikel dengan Pasir Kuarsa

ALDES LESBANI

Jurusan kimia, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

INTISARI: Pasir kuarsa alam telah dimurnikan dari pengotornya yakni oksida-oksida dan senyawa organik dengan menggunakan asam nitrat. Pasir kuarsa alam dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR. Selanjutnya pasir kuarsa alam digunakan sebagai adsorben untuk ion vanadium dan nikel. Interaksi antara pasir kuarsa alam dengan ion logam dipelajari melalui proses adsorpsi desorpsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahwa proses pencucian pasir kuarsa alam dapat menghilangkan pengotornya. Interaksi vanadium dan nikel dengan pasir kuarsa merupakan interaksi fisik, yang diketahui dari pola isoterm adsorpsinya. Hasil desorpsi juga memperkuat hasil bahwa interaksi antara ion logam dengan pasir kuarsa adalah interaksi fisik.

KATA KUNCI: pasir kuarsa, vanadium, nikel, adsorpsi, desorpsi

ABSTRACT: Natural quartz has been washed using nitric acid to remove impurities such as oxides and organic compounds. Natural quartz has been characterized spectroscopically using FT-IR spectrophotometer. Thus, natural quartz is used as adsorbent for vanadium and nickel ions in the solution. The process of interaction between natural quartz and metal ion was studied by sorption-desorption methods. The results showed that the process of washing of natural quartz using nitric acid could remove the impurities. The interaction of vanadium and nickel ions with natural quartz has physical sorption, which has known from the isotherm sorption pattern. The results of desorption process is also linear with sorption data where the interaction of metal ions with natural quartz is physical interaction.

KEYWORDS: quartz, vanadium, nickel, adsorption, desorption

E-MAIL: aldeslesbani@yahoo.com

Oktober 2011

1 PENDAHULUAN

Pasir kuarsa merupakan salah satu mineral alam yang jumlahnya sangat melimpah di Indonesia selain zeolit, namun pemanfaatannya masih sangat terbatas. Pasir kuarsa mempunyai atom-atom silika yang mirip dengan zeolit namun struktur senyawanya sangat berbeda. Berdasarkan analisis kimia pasir kuarsa yang telah dilakukan oleh banyak peneliti dengan menggunakan difraksi sinar-X diketahui bahwa pasir kuarsa mempunyai komponen utama SiO_2 dimana atom-atom silika tersusun atas satuan-satuan tetrahedron dengan atom silika sebagai pusat dengan empat atom oksigen terikat pada sudut tetrahedron [1].

Pasir kuarsa di Indonesia banyak mengandung silika yang berkisar 60-98% dalam bentuk SiO_2 dengan disertai pengotor antara lain Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , TiO_2 , Na_2O atau K_2O [2]. Pasir kuarsa banyak dimanfaatkan sebagai penyaring, mineral pengisi, bahan penyekat, bahan penggosok, adsorben, katalis, sumber silika reaktif, material pembangunan dan perekat.

Pasir kuarsa digunakan sebagai adsorben terutama ditujukan untuk mengikat logam-logam berat

terutama logam-logam transisi dalam rangka mengatasi masalah pencemaran lingkungan. Pada penelitian ini akan dikaji studi adsorpsi vanadium dan nikel yang merupakan logam-logam transisi melalui interaksi dengan pasir kuarsa sebagai adsorben. Selanjutnya proses interaksi logam vanadium dan nikel di pelajari melalui studi desorpsi setelah proses adsorpsi. Di-harapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dalam rangka alternatif mencari sumber adsorben alam untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan oleh logam-logam berat.

2 METODOLOGI PENELITIAN

Sampel pasir kuarsa diambil secara acak pada bagian atas hingga kedalaman 10-15 cm di Sungailiat Kepulauan Bangka. Pasir kuarsa yang diperoleh dibersihkan dari kotoran-kotoran dan diayak lalu ditumbuk halus. Setelah halus lalu dilanjutkan dengan ayakan berukuran 100 mesh. Pasir kuarsa dicuci dengan HNO_3 0,1 M sambil diaduk dengan pengaduk magnetik selama 1 jam. Pencucian dilakukan tiga kali dan residu yang diperoleh dikeringkan dan diidenti-

fikasi dengan menggunakan spektroskopi infra merah. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini berkualitas *analytical grade* buatan Merck dan langsung digunakan tanpa perlakuan khusus yang meliputi asam klorida, asam nitrat, vanadium pentoksida, nikel(II) klorida, magnesium asetat, natrium EDTA dan air bebas mineral. Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi alat-alat gelas standar seperti pipet volumetrik, beker gelas, gelas ukur, labu takar, kertas saring, serta spektrofotometer infra merah dan spektrofotometer serapan atom.

2.1 Variasi waktu interaksi pasir kuarsa dengan vanadium dan nikel

Sebanyak 0,1 g pasir kuarsa hasil pencucian diinteraksikan dengan 10 mL larutan ion vanadium atau ion nikel dengan konsentrasi masing-masing 50 ppm. Studi interaksi dilakukan dengan menggunakan pengaduk magnetik dengan variasi waktu 5, 10, 15, 25 dan 50 menit. Hasil interaksi disaring pada masing-masing waktu tersebut dan filtrat yang diperoleh diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom.

2.2 Variasi konsentrasi ion vanadium dan ion nikel dengan pasir kuarsa

Sebanyak 0,1 g pasir kuarsa diinteraksikan dengan 10 mL larutan ion vanadium atau ion nikel selama 30 menit dengan variasi konsentrasi ion logam masing-masing yakni 1, 2, 5, 10, 15, 25, 50, dan 100 ppm. Interaksi dilakukan dengan menggunakan pengaduk magnetik selama 1 jam dan hasil interaksi disaring dan filtrat yang diperoleh diukur dengan spektrofotometer serapan atom.

2.3 Studi interaksi ion logam vanadium dan nikel dengan pasir kuarsa

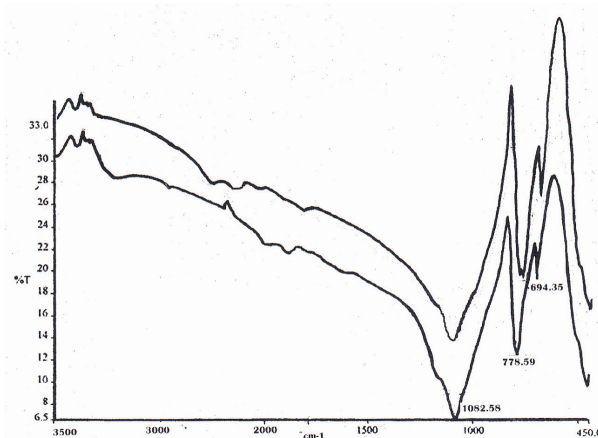
Sebanyak 0,5 g pasir kuarsa setelah pencucian diinteraksikan selama 1 jam dengan masing-masing ion logam vanadium dan nikel dengan konsentrasi 100 ppm. Hasil interaksi disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom. Residu yang diperoleh (residu 1) kemudian dikeringkan pada suhu ruang. Residu 1 kering diambil sebanyak 0,4 g untuk diinteraksikan dengan air bebas mineral sebanyak 10 mL. Hasil interaksi disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom dan residu yang diperoleh (residu 2) dikeringkan. Residu 2 kering sebanyak 0,3 g diinteraksikan dengan 10 mL HCl 0,1 M dan hasil interaksi disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom dan residu yang diperoleh (residu 3) dikeringkan. Residu 3 kering sebanyak 0,2 g diinteraksikan dengan 10 mL magnesium asetat 0,1 M. Hasil interaksi disaring dan filtrat diukur dengan spektrofotometer serapan atom dan

residu yang diperoleh dikeringkan (residu 4). Residu 4 kering sebanyak 0,1 g diinteraksikan dengan 10 mL natrium EDTA 0,1 M. Hasil interaksi disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom. Proses interaksi dilakukan dengan menggunakan pengaduk magnetik untuk masing-masing ion logam dan residu selama 1 jam.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi gugus fungsional pada pasir kuarsa dengan spektroskopi FT-IR

Spektra FT-IR pasir kuarsa alam dan pasir kuarsa hasil pencucian dengan asam nitrat disajikan pada gambar 1.



GAMBAR 1: Spektra FT-IR pasir kuarsa alam (atas) dan pasir kuarsa hasil pencucian dengan asam nitrat (bawah)

Gambar 1 menunjukkan bahwa terdapat kemiripan spektra FT-IR pasir kuarsa alam dengan pasir kuarsa hasil pencucian dengan asam nitrat. Tipe-tipe vibrasi khas yang ditemui pada kedua pasir kuarsa tersebut adalah terdapatnya serapan pada bilangan gelombang $1082,0\text{ cm}^{-1}$ dan 773 cm^{-1} serta $459,0\text{ cm}^{-1}$.

Serapan pada bilangan gelombang $1082,58\text{ cm}^{-1}$ (pasir kuarsa alam) dan $1081,17\text{ cm}^{-1}$ (pasir kuarsa setelah pencucian) menunjukkan vibrasi rentang Si-O-Si dan didukung dengan adanya vibrasi rentang Si-O pada pita serapan $694,35\text{ cm}^{-1}$ (pasir kuarsa alam) dan $694,11\text{ cm}^{-1}$ (pasir kuarsa hasil pencucian). Serapan-serapan tersebut menunjukkan adanya gugus siloksan (Si-O-Si)^[3]. Pada spektra FT-IR pasir kuarsa alam sebelum pencucian masih banyak terdapat pengotor sehingga puncak pada serapan tersebut tidak terlalu tajam. Dugaan ini diperkuat dengan munculnya serapan pada bilangan gelombang $2500\text{--}2000\text{ cm}^{-1}$ dan $4000\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan bahwa ada pengotor-pengotor yang berasal dari senyawa organik.

Pada spektrum dimana pasir kuarsa alam telah mengalami pencucian terlihat bahwa intensitas bila-

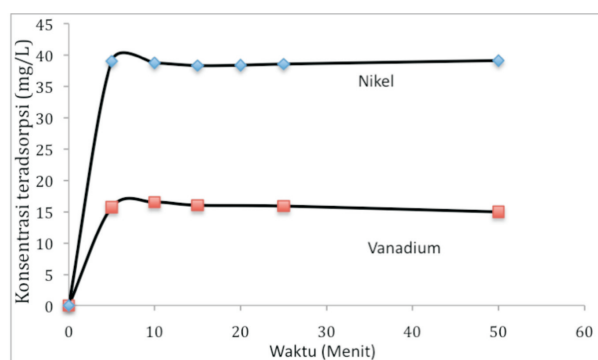
ngan gelombang dan serapan $1082,58\text{ cm}^{-1}$ bergeser ke $1081,17\text{ cm}^{-1}$. Senyawa-senyawa pengotor yang terdapat pada bilangan gelombang $2500\text{--}2000\text{ cm}^{-1}$ dan $4000\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$ di pasir kuarsa alam hasil pencucian sudah tidak terdapat lagi. Hal ini disebabkan senyawa-senyawa pengotor tersebut sudah terlarut dan hilang melalui proses pencucian dengan larutan asam.

Pita serapan disekitar bilangan gelombang 3500 cm^{-1} yang dijumpai pada kedua spektra pasir kuarsa alam dan hasil pencucian menunjukkan adanya gugus -OH terikat. Adanya gugus silanol (Si-OH) dalam pasir kuarsa didukung pita serapan disekitar 3500 cm^{-1} yang merupakan vibrasi rentang dari gugus OH^[4].

Dari keseluruhan spektra FT-IR tersebut menunjukkan bahwa pasir kuarsa terdapat gugus Si-OH dan Si-O-Si. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa pasir kuarsa tersusun dari gugus silanol dan siloksan^[5]. Selanjutnya pasir kuarsa alam hasil pencucian dengan asam nitrat digunakan untuk interaksi dengan ion logam vanadium dan nikel.

3.2 Pengaruh waktu interaksi pasir kuarsa dengan ion logam vanadium dan nikel

Hasil pengukuran pengaruh waktu interaksi pasir kuarsa dengan ion logam vanadium dan nikel dapat dilihat pada gambar 2.



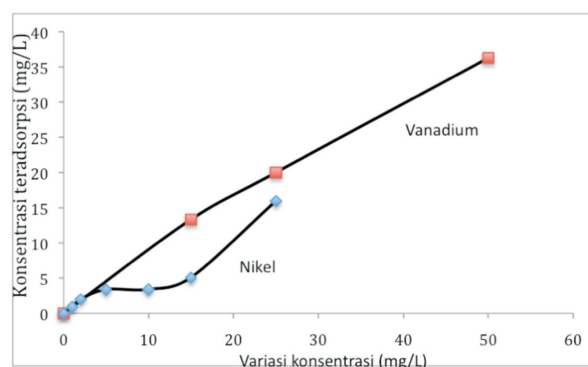
GAMBAR 2: Pengaruh waktu interaksi ion logam vanadium dan nikel dengan pasir kuarsa

Waktu kesetimbangan interaksi perlu ditentukan untuk mengetahui tercapainya interaksi maksimum ion logam dengan pasir kuarsa. Kesetimbangan ditandai dengan tidak adanya perubahan konsentrasi ion logam baik pada permukaan pasir kuarsa maupun dalam larutan ion logam. Secara umum terlihat bahwa interaksi ion logam baik vanadium maupun nikel pada pasir kuarsa mula-mula berlangsung secara cepat dan pertambahan waktu interaksi praktis tidak disertai dengan kenaikan konsentrasi ion logam yang terikat secara signifikan. Konsentrasi ion logam vanadium dan nikel yang terikat berangsur-angsur berkurang dengan bertambahnya waktu dimana pada ion vanadium terjadi kesetimbangan pada waktu sekitar 20 menit

dan pada ion nikel setelah interaksi sekitar 10 menit. Dari data tersebut menunjukkan bahwa pasir kuarsa mempunyai kesetimbangan interaksi dengan ion vanadium dan nikel yang cenderung cepat.

3.3 Pengaruh konsentrasi ion logam vanadium dan nikel pada interaksinya dengan pasir kuarsa

Hasil pengukuran interaksi ion logam vanadium dan nikel dengan pasir kuarsa hasil pencucian disajikan pada gambar 3.

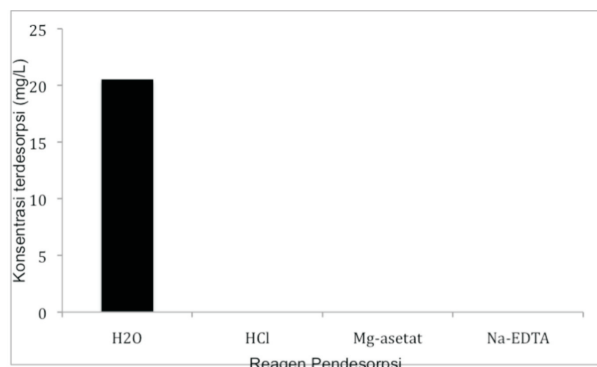


GAMBAR 3: Pengaruh konsentrasi ion logam vanadium dan nikel pada interaksinya dengan pasir kuarsa

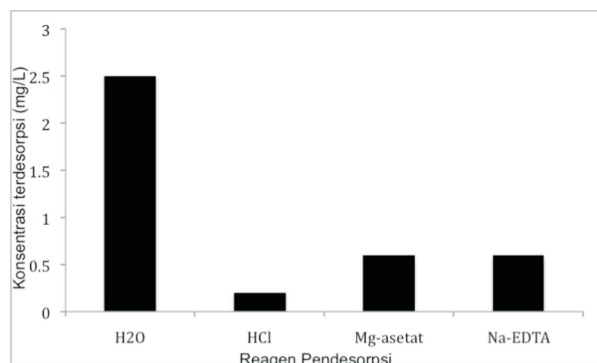
Dari gambar 3 tersebut terlihat bahwa konsentrasi ion vanadium yang terikat terus bertambah dengan bertambahnya konsentrasi vanadium yang digunakan hingga pada konsentrasi 150 ppm terus adanya peningkatan jumlah vanadium yang terikat pada pasir kuarsa. Hal yang berbeda terjadi pada ion logam nikel dimana terjadi kesetimbangan pada konsentrasi 5 ppm hingga sekitar 15 ppm yang diikuti kenaikan jumlah ion logam nikel yang terikat pada pasir kuarsa dengan bertambahnya ion logam nikel yang digunakan. Pola interaksi yang terjadi baik pada ion logam vanadium maupun pada ion logam nikel terlihat bahwa interaksi yang terjadi pada pasir kuarsa dengan ion vanadium dan nikel adalah interaksi fisik. Hal ini diperkuat oleh Giles^[6] yang menyatakan bahwa ada empat kelas utama adsorpsi yaitu S, L, H dan C. Pola interaksi pasir kuarsa dengan ion logam vanadium mengikuti pola L sedangkan pada ion logam nikel mengikuti pola S. Pada kelas L molekul adsorbat cenderung terorientasi secara horizontal. Pada kelas S molekul-molekul adsorbat dalam lapisan muka terorientasi secara vertikal yang memungkinkan terjadinya adsorpsi fisik dimana situs aktif interaksi bukan merupakan lapisan tunggal^[7].

3.4 Identifikasi interaksi ion logam vanadium dan nikel dengan pasir kuarsa

Identifikasi jenis interaksi ion logam vanadium dan nikel dengan pasir kuarsa dalam penelitian ini dilakukan untuk memperkuat hasil bahwa interaksi yang terjadi adalah interaksi fisik sesuai dengan kurva isoterm pada gambar 3. Proses identifikasi dilakukan dengan desorpsi ion logam vanadium dan nikel hasil interaksi dengan pasir kuarsa. Reagen yang digunakan untuk proses desorpsi diurutkan mulai dari air, asam klorida, magnesium asetat dan natrium EDTA. Hasil desorpsi ion logam vanadium dan nikel disajikan berturut-turut pada gambar 4 dan gambar 5.



GAMBAR 4: Hasil desorpsi berurutan ion logam vanadium dengan pasir kuarsa alam hasil pencucian



GAMBAR 5: Hasil desorpsi berurutan ion logam nikel dengan pasir kuarsa alam hasil pencucian

Dari gambar 4 dan 5 terlihat bahwa reagen air mendominasi proses desorpsi baik untuk ion logam

nikel terlebih untuk ion logam vanadium. Reagen lain seperti asam klorida, magnesium asetat dan natrium EDTA tidak memberikan efek yang signifikan untuk melepas ion logam setelah berikatan dengan pasir kuarsa. Hal ini jelas memperkuat dugaan bahwa interaksi antara ion logam vanadium dan ion logam nikel dengan pasir kuarsa adalah interaksi fisik, bukan interaksi kimia. Jika interaksi kimia yang muncul dalam proses interaksi maka pada proses desorpsi menggunakan reagen magnesium asetat dan natrium EDTA akan memberikan hasil desorpsi yang besar^[8]. Hasil desorpsi ini sesuai dengan hasil isoterm adsorpsi yang telah dilakukan pada variasi konsentrasi ion logam.

4 KESIMPULAN

1. Hasil pengukuran menggunakan spektroskopi FT-IR terlihat bahwa pengotor yang ada pada pasir kuarsa alam hilang oleh pencucian dengan asam nitrat.
2. Dari data variasi waktu, variasi konsentrasi dan studi adsorpsi ion logam vanadium dan nikel pada pasir kuarsa menunjukkan interaksi yang terjadi adalah interaksi fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Clark, G.L., 1960, *Encyclopedia of Chemistry*, Reinhold Publishing Corporation, New York
- [2] Sukandarrumidi, 1999, *Bahan Galian Industri*, Edisi I, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- [3] Viart, N. and J.L. Rehspringer, 1994, Study of the Formation Mechanism of Sol-Gel Silica, *Journal of Chemical Education*, 71, 599-601
- [4] Setyaningtyas, T., 2000, Karakteristik Adsorpsi Kation Kadmium(II), Tembaga(II), Seng(II), dan Besi (III) Pada 2,5-dimerkapto-1,3,4-tiadiazol yang diimpregnasikan Pada Tanah Diatomaeae, *Tesis Magister Kimia*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [5] Grob, R.L., 1977, *Modern Practice of Gas Chromatography*, John Wiley, New York
- [6] Stevenson, S.J., 1994, *Humus Chemistry*, John Wiley and Sons, New York
- [7] Oscik, J., 1982, *Adsorption*, John Wiley, Chichester
- [8] Lesbani, A, 2001, Peranan Mekanisme Pertukaran Ion dan Pembentukan Kompleks Dalam Adsorpsi Seng (II) dan Kadmium (II) Pada Adsorben dari Cangkang kepiting Laut, *Tesis Magister Kimia*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta